

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-064216
 (43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.CI.

G01N 21/27

(21)Application number : 09-229816

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.08.1997

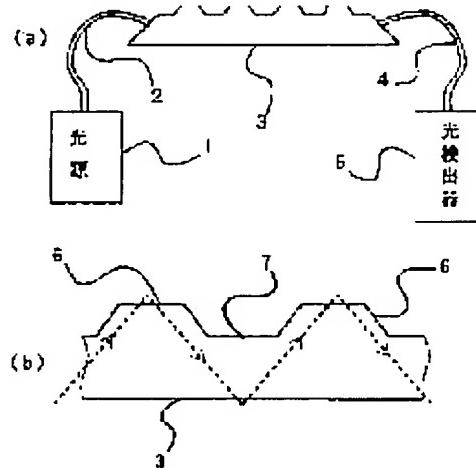
(72)Inventor : UCHIDA SHINJI
ATSUTA YASUSHI

(54) APPARATUS FOR MEASURING ATTENUATED TOTAL REFLECTION AND METHOD FOR MEASURING SPECIFIC COMPONENT WITH USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable highly accurate ATR measurements at low running costs, by setting a projecting part projecting at a point where a light from an attenuated total reflection(ATR) element is reflected internally.

SOLUTION: This ATR measurement apparatus has a light source 1, a transparent ATR element 3 where a light brought in from the light source 1 proceeds inside and is internally reflected at a surface, and a photodetector 5 detecting the light projected from the ATR element 3. The ATR element 3 has projecting parts projecting at a point where the light is internally reflected. The ATR element 3 is formed of a single crystal of silicon. The projecting part is a trapezoid or triangle in section. The ATR element is suitable to measure a spectral characteristic of blood flowing in a blood vessel by butting the projecting part to a thinner part of skin of a living body, particularly a lip. Since the projecting parts are provided at a part of the ATR element 3 where the ATR element comes in touch with the living body, the ATR element can be stably held in tight contact with the living body at the plurality of projecting parts.



LEGAL STATUS

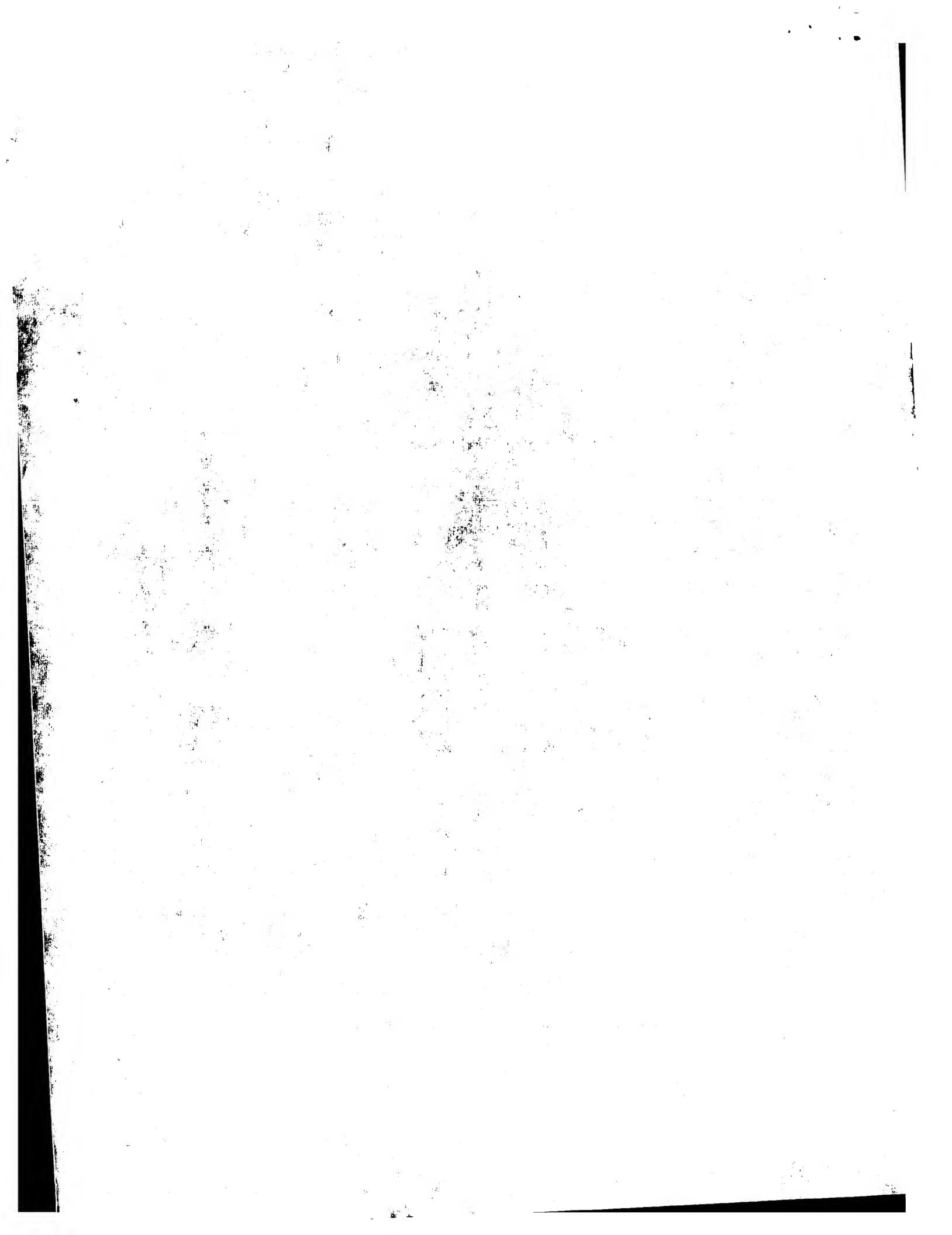
[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]



[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(a)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-64216

(43)公開日 平成11年(1999)3月5日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 N 21/27

識別記号

F I

G 0 1 N 21/27

C

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全 6 頁)

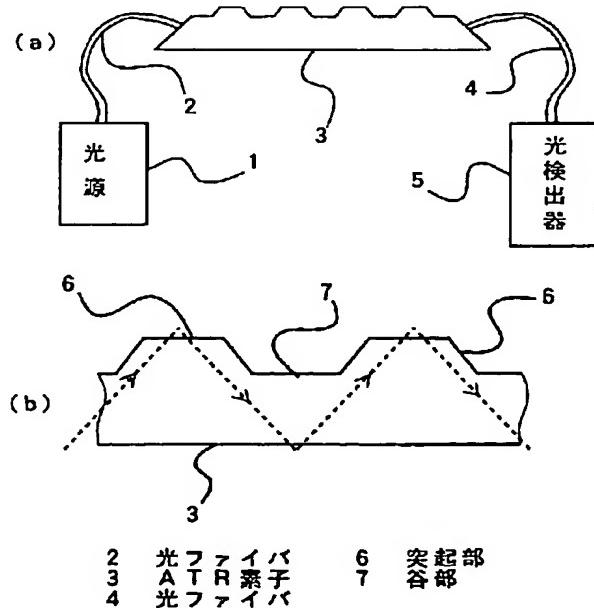
(21)出願番号	特願平9-229816	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成9年(1997)8月26日	(72)発明者	内田 真司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	黒田 裕史 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 東島 隆治 (外1名)

(54)【発明の名称】 減衰全反射測定装置およびそれを用いた特定成分の測定方法

(57)【要約】

【課題】 安いランニングコストで、高精度の測定が可能な減衰全反射測定装置を提供する。

【解決手段】 光源と、光源から入射した光を内部に進入させ、進入した光を表面で内部反射させる透明な板状のATR素子と、ATR素子より射出された光を検知する光検出器を備え、ATR素子が、光が内部反射する点に突出した突起部を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源から入射した光を内部に進入させ、進入した前記光を表面で内部反射させる透明なATR素子と、前記ATR素子より出射された光を検知する光検出器を備え、前記ATR素子が、前記光が内部反射する箇所に突出した突起部を有する減衰全反射測定装置。

【請求項2】 前記ATR素子が、シリコンの単結晶からなる請求項1記載の減衰全反射測定装置。

【請求項3】 前記ATR素子の突起部の断面形状が、台形または三角形である請求項1記載の減衰全反射測定装置。

【請求項4】 前記ATR素子が、シリコンの単結晶を異方性エッチングして得られたものである請求項3記載の減衰全反射測定装置。

【請求項5】 光源と、前記光源から入射した光を内部に進入させ、進入した前記光を表面で内部反射させる透明なATR素子と、前記ATR素子より出射された光を検知する光検出器を備え、前記ATR素子が、対向する一対の面のうちの一方の面上に、他方の面から入射した光を表面で内部反射させたのち入射した面より出射させる突起部を具備する減衰全反射測定装置。

【請求項6】 前記ATR素子が、前記光の入射面に前記光源より投射された光を集光し、前記突起部へ照射するためのレンズを具備する請求項5記載の減衰全反射測定装置。

【請求項7】 前記ATR素子の前記突起部が配された側の面が曲面である請求項1または5に記載の減衰全反射測定装置。

【請求項8】 突起部を具備する透明なATR素子を被検体に接触させるステップ、前記突起部において減衰全反射するように前記ATR素子に光を入射させるステップおよび減衰全反射したのち前記ATR素子から出射した光を検知するステップを含む特定成分の測定方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、減衰全反射を利用して被検体の特定成分、例えば人や動物の血液中の血糖値を測定するための装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、減衰全反射（以降ATRと記述する）測定装置を用いて被検体、とりわけ生体の特定成分を測定する方法が種々提案されている。例えば、特開平9-113439号公報には、図8に示すように、平行に向かい合った一対の反射面を備えた透明なATRプリズム50に上下の口唇を密着させて血糖値を測定する方法が提案されている。この方法によると、ATRプリズムを口にくわえて上下から押さえつけた後、ATRプリズム50に光を入射させ、図中破線で示すようにATRプリズム50の反射面と口唇の境界で減衰全反射を

繰り返してプリズム50の外部に出射された光を分析する。また、BME、vol. 5、No. 8（日本ME学会、1991）には、ZnSe光学結晶等からなるATRプリズムを口唇の粘膜に密着させたのち、このプリズムに波長9～11ミクロンのレーザ光を進入させてプリズムの内部で多重的に反射させ、その吸収光、散乱反射光を分析することにより血糖値や血中エタノール濃度を測定する方法が提案されている。この方法によると、リアルタイムに、かつ非侵襲的に血糖値や血中エタノール濃度を測定することができる。

【0003】これらの方法は、エバネッセント波（いわゆる浸みだし光）を定量分析に応用したものである。図8に示すように、ATRプリズム50を進行する光は、わずかに口唇に侵入したのち、反射する。したがって、光は、口唇に侵入し、そこに流れる血液中の各成分の影響を受ける。そこで、反射光の光量を測定することにより、血液の透過率、反射率、吸収率等の変化を検出することができ、血液中の各成分の情報を得ることが可能になる。しかしながら、上記のような従来のATR測定装置は、以下のような問題点を有していた。

【0004】エバネッセント波の侵入する深さは、波長オーダーであり、反射光のうち、近表面を透過する光の量が非常に多いため、生体の深部の情報が得られにくい。特に、被検体との間に不純物が存在すると、信号が劣化する。したがって、上記従来例のようにATRプリズムを口唇に押し当てる場合、プリズムの表面と口唇との密着は安定せず、精度の高い測定を行うことが困難である。また、プリズムと口唇の間に、唾液が混入したような場合、測定値はその影響を大きく受けける。さらに、上記のようなATR測定装置のプリズムには、ZnSe、ZnS、Krs等の光学結晶が用いられる。これらはいずれも価格が非常に高価である。また非常に柔らかく、取り扱いや洗浄に多大の注意を要するため、多くの被検体を連続して測定することが困難である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題点を解決し、安いランニングコストで、高精度の測定が可能な減衰全反射測定装置および測定方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の減衰全反射測定装置は、被検体に接触させる面に突起部を設けた改良されたATR素子を用いる。光源よりATR素子内部に進入した光をこの突起部の頂面で全反射させたのち、ATR素子より出射された光を分析することにより、被検体の特定成分を測定する。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の減衰全反射測定装置は、光源と、光源から入射した光を内部に進入させ、進入した光を表面で内部反射させる透明なATR素子と、AT

R素子より出射された光を検知する光検出器を備え、ATR素子が、光が内部反射する箇所に突出した突起部を有する。本発明の減衰全反射測定装置の好ましい態様においては、ATR素子が、シリコンの単結晶からなる。本発明の減衰全反射測定装置の他の好ましい態様においては、ATR素子の突起部の断面形状が、台形または三角形である。本発明の減衰全反射測定装置のさらに他の好ましい態様においては、ATR素子がシリコンの単結晶を異方性エッチングして得られたものである。

【0008】本発明の他の減衰全反射測定装置は、光源と、光源から入射した光を内部に進入させ、進入した光を表面で内部反射させる透明なATR素子と、ATR素子より出射された光を検知する光検出器を備え、ATR素子が、対向する一対の面のうちの一方の面に、他方の面から入射した光を表面で内部反射させたのち入射した面より出射させる突起部を具備するものである。本発明の減衰全反射測定装置の好ましい態様においては、ATR素子が、光の入射する面に前記光源より投射された光を集光し、突起部へ照射するためのレンズを具備する。本発明の減衰全反射測定装置の好ましい態様においては、ATR素子の突起部が配された側の面が曲面である。本発明の特定成分の測定方法は、突起部を具備する透明なATR素子を被検体に接触させるステップ、突起部において減衰全反射するようにATR素子に光を入射させるステップ、減衰全反射したのちATR素子から出射した光を検知するステップを含む。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を用いて詳細に説明する。

【0010】《実施例1》本実施例のATR測定装置の概略を図1に示す。光源1には、例えば波長1.3~10μmの光を発する高輝度セラミック光源を用いる。光ファイバ2は、光源1の発した光を伝送し、ATR素子3に入射させる。ATR素子3に入射した光は、図中破線で示すように上下の面で交互に全反射を繰り返したのち外部に出射される。ATR素子3の外部に出射された光は、光ファイバ4を介して光検出器5に到達する。光検出器5は、この光のスペクトル等を解析するとともに、その結果をディスプレイ(図示せず)に表示する。ここで、ATR素子3の上面には台形に突出した突起部6が複数、ATR素子3に入射した光が突起部6の上面で全反射するように配されている。この突起部6の高さは、加工精度を考慮すると、1ミクロン以上が好ましい。また、生体の皮膚への密着性を考慮すると、200ミクロン以下が好ましい。

【0011】本実施例のATR測定装置は、生体の皮膚がより薄い部分、特に口唇に押し当てて血管内を流れる血液の分光特性を測定するのに適する。上記のように、ATR素子の生体と接触する部分に突起部を設けることにより、複数の突起部において生体と安定して密着させ

ることができる。また、突起部は、従来の平坦なATRプリズムと比べて生体の内部まで進入することができる。そこで、ATR素子に入射した光を突起部の頂面で内部反射させることにより、エバネッセント波を生体により深く、侵入させることができる。したがって、本ATR素子を用いることにより、より感度の高い信号を安定して得ることが可能になる。さらに、ATR素子の生体と接触する面をレンズ状の曲面にし、その表面に上記のような突起部を形成すると、上下の口唇で挟み込んだ場合により安定した密着性が得られる。また、従来のATRプリズムは、口唇との間に唾液等が存在すれば、得られる情報にそれらの影響が含まれるが、本ATR素子のように、口唇に押し当てる面に複数の突起部を設けることにより、唾液等は存在したとしても、減衰全反射に関係しない突起部間の谷部7にたまるので、唾液の影響を抑制することができる。

【0012】本実施例のATR測定装置では、ATR素子の材料に屈折率が高いSiの単結晶を用いた。従来より、ATRプリズムの材料に広く用いられているZnSeは、柔らかく、ひっかき傷等の傷がつきやすい。したがって、使用の際には、このような損傷を防ぐため、細心の注意を払う必要がある。これに対して、Siは、このような損傷の心配が小さい。また、半導体材料として大量に用いられているので、コストも非常に安い。したがって、高価なZnSe製のATR素子を用いた場合のように繰り返し用いなくても、コスト的な負担は小さい。繰り返し用いる場合においても、素子の洗浄、消毒等が容易である。

【0013】《実施例2》本実施例のATR測定装置の概要を図2に示す。光源11より投射された光は、ビームスプリッタ12を透過して光ファイバ13に到達する。光ファイバ13に到達した光は、その内部を伝送到、出射端13aから出射される。出射端13aより出射された光は拡散するが、コリメータレンズ14により平行光に変換されたのち、Si単結晶からなる板状のATR素子15に、法線方向より入射する。ATR素子15の光の入射面と反対の面には、図3に示すように、複数の突起部16が形成されている。ATR素子15の内部に進入した光は、図中、破線で示すように突起部16の傾斜した側面16a、頂面16bおよび他方の側面16aで反射した後、入射面から出射される。ATR素子15より出射された光は、コリメータレンズ14および光ファイバ13を通過したのち、ビームスプリッタ12で反射して光検出器17に到達する。

【0014】本実施例のATR測定装置は、ATR素子15の突起部16を備えた面、すなわち光の入射面と反対の面を例えば生体の皮膚に圧着させて、生体の血液中の各成分の分析を行うのに適する。特にATR素子15に傾斜した側面を有する断面が台形の突起部を設けることにより、測定面を安定して生体に密着させることができます。

きる。また、突起部は、生体の組織に食い込みやすいことから、生体のより深部の情報を得ることができる。また、ATR素子15の光を入射させる面より光を反射することができるため、従来例のように上下の口唇で挟み込む必要がなく、ATR素子の測定面を皮膚に押し当てるだけで容易に測定することができる。上記実施例ではATR素子の測定面に断面形状が台形の突起を前後左右に複数配したが、突起部の断面形状はその他の形状、例えば三角形状であってもよい。また、図4に示すように、断面が台形で、その頂が連続した突起部18を複数配置してもよい。ATR素子の外形をレンズ状に曲面加工して、その表面上に上記のような突起を設けてもよい。この場合、ATR素子を生体に当接させる際に強く押しつけても痛みは小さい。

【0015】単結晶シリコン製のATR素子の場合、突起部は、例えば異方性エッチングを施して形成する。この方法は、KOH水溶液やエチレンジアミン水溶液を用いた化学エッチングであり、単結晶シリコンの(111)方向のエッティングレートが他の方向のそれよりも極めて小さいことを利用したものである。まず、図5(a)に示すように、単結晶シリコン基板20の上下の面に保護層として酸化膜21および22をそれぞれ形成する。ついで、(b)に示すように、酸化膜21を所望のパターンに加工する。その後、このシリコン基板20を例えば濃度40%のKOH水溶液についてエッチングする。(100)結晶面が表面の法線方向に配向したシリコンウエハをエッチングすると、(c)に示すように側面が54.7度で傾斜した突起部23が形成される。突起部の形成後、(d)に示すように酸化物膜22を除去する。ここで、保護層には、シリコンの窒化物からなる膜を用いてもよい。

【0016】《実施例3》本実施例のATR装置の概要を図6に示す。光源31より投射された光は、実施例2と同様にビームスプリッタ32を透過して光ファイバ33に到達する。ファイバ33に到達した光は、その内部を伝送して、出射端33aから出射される。ここで、ATR素子35に到達した光は、図7に示すように、その入射面に形成されたマイクロレンズ38によって屈折し、突起部36の傾斜した側面36aに選択的に照射される。ついで、光は、側面36aで全反射して、頂面36bに集光される。ここで光は全反射したのち、さらに他方の側面36aで全反射して、ATR素子35より出射される。ATR素子35より出射された光は、コリメータレンズ34、光ファイバ33およびビームスプリッタ32を介して、光検出器37に到達する。

【0017】マイクロレンズは、突起部36の側面36a上の点に一致するように配される。また、各突起に集光させるように配することにより、ATR素子に入射した光を効率よく全反射させ、測定に用いることができる。すなわち、実施例2のようにATR素子の入射面が

平坦な場合、ATR素子に入射した光の一部は、被検体との境界で反射せずに透過する。一方、ATR素子の入射面にマイクロレンズを配し、突起部の側面に照射することにより、効率よく光を全反射させることができる。また、突起部の側面を傾斜させることにより、突起部の表面で3回、全反射させることができる。したがって、より効率よく精度の高い測定が可能になる。マイクロレンズは、例えばフォトリソグラフィ(光触刻法)およびエッチングを繰り返すことによって、図7(b)に示すように階段状に形成する。これらは、いずれも半導体分野において確立された加工技術を応用することができるため、精度よく、大量に、安価で加工することができる。したがって、高性能で高品質のATR素子を安価にかつ大量に製造することができる。ここで、マイクロレンズの表面にダイヤモンドやDLC(ダイヤモンドライカーボン)、ZnS等からなる反射防止膜を形成することにより、光の利用効率はさらに向上する。また、マイクロレンズの表面にオーダの凹凸を形成しても、反射防止効果が得られる。

【0018】

【発明の効果】本発明によると、安いランニングコストで、高精度の測定が可能な減衰全反射測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の減衰全反射測定装置を示す図であり、(a)は、装置全体の概略を示し、(b)は、ATR素子中の光の進行の様子を示すモデル図である。

【図2】同他の実施例の減衰全反射測定装置の構成の概略を示す図である。

【図3】同測定装置に用いるATR素子を示す図であり、(a)は、測定時に同素子内を進行する光の軌跡を示すモデル図であり、(b)は同素子の斜視図である。

【図4】同測定装置に用いる他のATR素子を示す斜視図である。

【図5】ATR素子に突起部を形成する際の各工程の状態を示す図である。

【図6】本発明のさらに他の実施例の減衰全反射測定装置の構成の概略を示す図である。

【図7】同測定装置に用いるATR素子内を示す図であり、(a)は、測定時に同素子内を進行する光の軌跡を示すモデル図であり、(b)は、同素子の要部の縦断面図である。

【図8】比較例の減衰全反射測定装置の概略を示す図である。

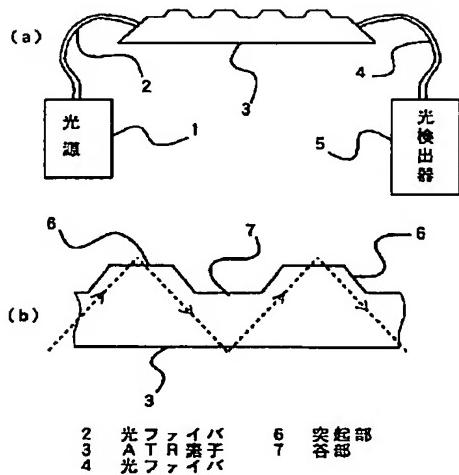
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 光ファイバ
- 3 ATR素子
- 4 光ファイバ

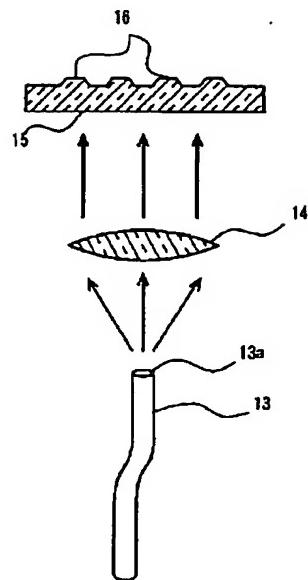
- 5 光検出器
 6 突起部
 7 谷部
 11 光源
 12 ビームスプリッタ
 13 光ファイバ
 13a 出射端
 14 コリメータレンズ
 15 ATR素子
 16 突起部
 16a 側面
 16b 顶面
 18 突起部
 20 シリコン基板

- 21 酸化物膜
 22 酸化物膜
 31 光源
 32 ビームスプリッタ
 33 光ファイバ
 33a 出射端
 34 コリメータレンズ
 35 ATR素子
 36 突起部
 36a 側面
 36b 顶面
 37 光検出器
 38 マイクロレンズ
 50 ATRプリズム

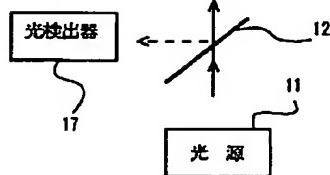
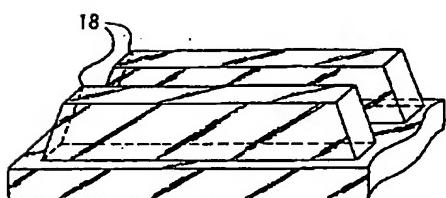
【図1】



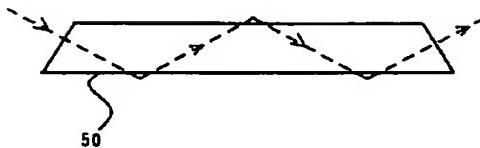
【図2】



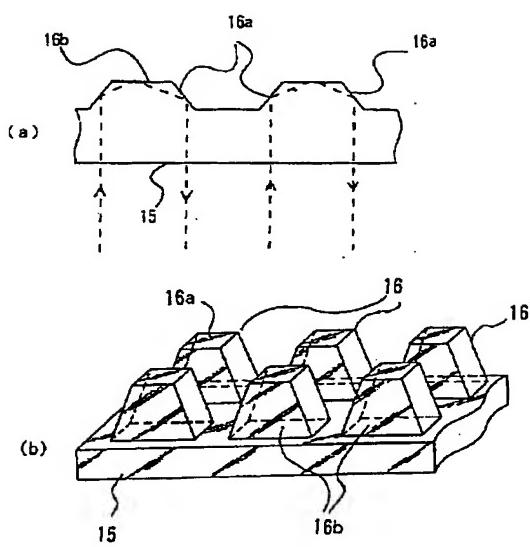
【図4】



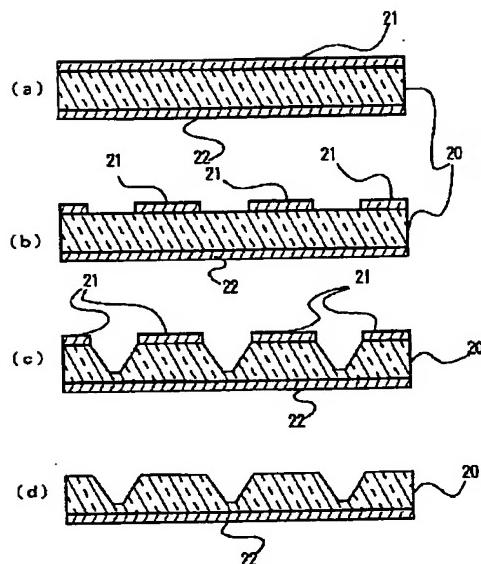
【図8】



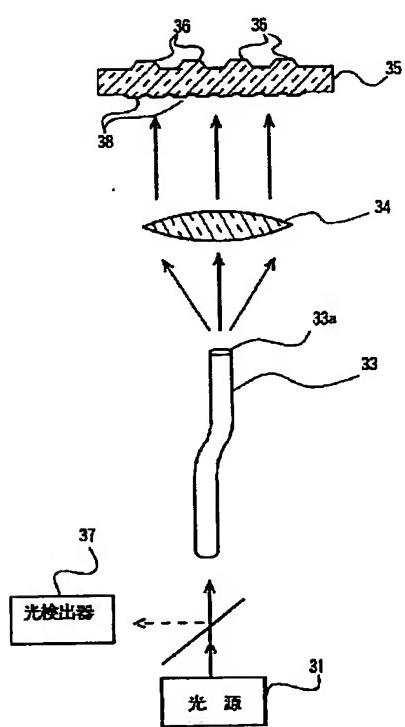
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

